

(19)



(11)

EP 4 567 842 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2025 Patentblatt 2025/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01F 7/18^(2006.01) F02D 41/20^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23214312.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01F 7/1816; H01F 7/064; H01F 7/1811;
H01F 2007/062; H01F 2007/1822

(22) Anmeldetag: **05.12.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Rödiger, Jonny**
04442 Zwenkau (DE)
• **Wolff, Ingo**
74613 Öhringen (DE)

(71) Anmelder: **Murrelektronik GmbH**
71570 Oppenweiler (DE)

(74) Vertreter: **Karzel, Philipp et al**
Patentanwälte
Dipl.-Ing. W. Jackisch & Partner mbB
Menzelstraße 40
70192 Stuttgart (DE)

(54) **SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM BETÄTIGEN EINES ELEKTROMAGNETISCHEN LINEARANTRIEBS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung (1) zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs (2), umfassend einen Masseeingang (8) zum Anschließen eines Minuspols (6) einer Gleichspannungsquelle (5), einen Masseausgang (9) zum Anschließen eines ersten Pols (4) des elektromagnetischen Linearantriebs (2), einen Versorgungseingang (12) zum Anschließen eines Pluspols (7) der Gleichspannungsquelle (5), einen Lastausgang (13) zum Anschließen eines zweiten Pols (3) des elektromagnetischen Linearantriebs (2), ein erstes Schaltglied (10) zum wahlweisen Trennen des Lastausgangs (13) von und Verbinden des Lastausgangs (13) mit dem Versorgungseingang (12), ein zweites Schaltglied (14) zum wahlweisen Trennen des Masseausgangs (9) von und Verbinden des Masse-

ausgangs (9) mit dem Masseeingang (8) und eine mit einem Steuereingang (11) des ersten Schaltglieds (10) und einem Steuereingang (15) des zweiten Schaltglieds (14) verbundene Steuereinheit (18) zum Steuern des ersten Schaltglieds (10) und des zweiten Schaltglieds (14). Der Lastausgang (13) ist mit dem Masseeingang (8) durch ein erstes elektronisches Ventil (16) und der Masseausgang (9) mit einer Eingangsseite des ersten Schaltglieds (10) durch ein zweites elektronisches Ventil (17) verbunden, die jeweils elektrische Verbindungen bereitstellen, um nach einem Öffnen der elektronisch steuerbaren Schaltglieder (10, 14) einen in dem elektromagnetischen Linearantrieb (2) induzierten Induktionsstrom zu leiten.

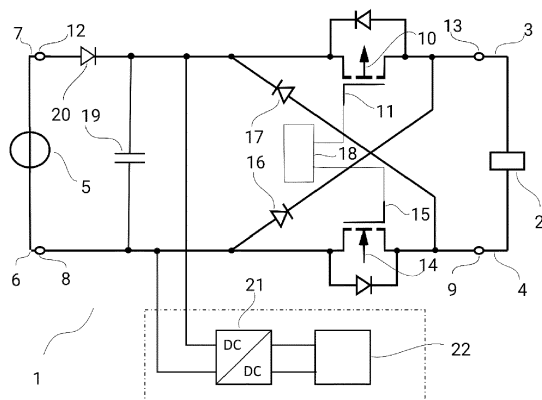


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs. Elektromagnetische Linearantriebe werden beispielsweise zum Betätigen von Ventilen, Relais, Schützen und dergleichen verwendet.

[0002] Ein elektromagnetischer Linearantrieb im Sinne der Erfindung ist ein elektrisch betriebener Motor mit einem Stator und einem an dem Stator derart beweglich gelagerten Anker, dass sich der Anker relativ zu dem Stator translatorisch bewegen kann, d.h. entlang einer zumeist geraden Linie verschieben kann. Der Anker kann mittels einer relativ zu dem Stator ortsfest fixierten Feder elastisch in eine Ruhestellung des Ankers vorgespannt sein. In der Ruhestellung ist der Anker gewöhnlich teilweise außerhalb des Stators oder bezogen auf eine Bewegungsrichtung des Stators neben dem Stator angeordnet. Eine maximale Streckenlänge der translatorischen Bewegung zwischen der Ruhestellung und einer Arbeitsstellung des Ankers wird als ein Hub des elektromagnetischen Linearantriebs bezeichnet.

[0003] Der Stator und der Anker können jeweils Elektromagnete bzw. ein weichmagnetisches, insbesondere ferromagnetisches Material umfassen. Jeder Elektromagnet umfasst in der Regel eine elektrische Spule mit einer Selbstinduktivität. Die elektrische Spule umfasst eine elektrische Leitung, beispielsweise einen Kupferdraht, der in einer Mehrzahl von Windungen gewickelt ist. Die elektrische Spule des elektromagnetischen Linearantriebs kann eine Mehrzahl von Wicklungen umfassen.

[0004] Wenn in der elektrischen Spule ein elektrischer Strom fließt, erzeugt die elektrische Spule ein Magnetfeld und magnetisiert den weichmagnetischen Kern des Ankers, wodurch der Anker in dem von der elektrischen Spule bereitgestellten, insbesondere konstanten Magnetfeld mit einer Kraft beaufschlagt und beschleunigt wird. Wenn der Anker durch eine Feder elastisch in die Ruhestellung vorgespannt ist, wird der Anker aus der Ruhestellung gegen eine elastische Rückstellkraft der Feder beschleunigt.

[0005] Der elektromagnetische Linearantrieb wird mittels einer geeigneten Schaltungsanordnung betrieben. Die Schaltungsanordnung verbindet den elektromagnetischen Linearantrieb mit einer elektrischen Spannungsquelle, die eine als Versorgungsspannung bezeichnete elektrische Potentialdifferenz zum Betreiben des elektromagnetischen Linearantriebs bereitstellt.

[0006] Die Schaltungsanordnung umfasst zumindest ein elektronisch steuerbares Schaltglied zum wahlweisen Verbinden und Trennen des elektromagnetischen Linearantriebs mit bzw. von der Spannungsquelle und kann eine Mehrzahl von weiteren elektronischen Bauteilen umfassen. Ein Schaltglied, kurz ein Schalter, ist elektronisch steuerbar, wenn es ein Betätigen mittels eines elektrischen Signals und insbesondere ein automatisches Betätigen ermöglicht.

[0007] Ein bestimmungsgemäßer Betriebszyklus des elektromagnetischen Linearantriebs lässt sich in vier Phasen unterteilen: eine Anzugphase, bis der Anker die Ruhestellung verlässt, eine Flugphase, während derer sich der Anker aus der Ruhestellung in die Arbeitsstellung bewegt, eine Haltephase, während derer der Anker in der Arbeitsstellung verharrt, und eine Abfallphase, während derer sich der Anker zurück in die Ruhestellung bewegt. Während eines bestimmungsgemäßen Betriebs folgen üblicherweise mehrere Betriebszyklen aufeinander.

[0008] Zum Einleiten der Anzugphase wird der elektromagnetische Linearantrieb mit der Versorgungsspannung einer Spannungsquelle, d.h. einer elektrischen Potentialdifferenz, beaufschlagt, indem die elektrische Spule durch Schließen des zumindest einen elektronisch steuerbaren Schaltglieds mit der Spannungsquelle elektrisch leitend verbunden wird. Ein danach durch die elektrische Spule fließender elektrischer Strom stellt mittels einer Selbstinduktion der elektrischen Spule eine Induktionsspannung bereit, die entsprechend der Lenzschen Regel entgegengesetzt zu der Versorgungsspannung polarisiert ist und dem elektrischen Strom entgegenwirkt. Infolge der Induktionsspannung nimmt der elektrische Strom nicht sprunghaft zu, sondern stetig zu.

[0009] Wenn das von der Spule erzeugte Magnetfeld eine Mindeststärke erreicht, verlässt der Anker die Ruhestellung, und der elektromagnetische Linearantrieb geht in die Flugphase über. Die Mindeststärke kann durch eine elastische Rückstellkraft einer Feder definiert sein. Während der Flugphase nimmt die Stärke des erzeugten Magnetfelds asymptotisch bis zu einer Maximalstärke weiter zu. Der Anker erreicht schließlich die Arbeitsstellung. Der in Richtung des Stators vorrückende Anker erhöht die Selbstinduktivität der elektrischen Spule.

[0010] Mit dem Erreichen der Arbeitsstellung kann die Haltephase beginnen, während derer der Anker in der Arbeitsstellung verbleibt und die Stärke des erzeugten Magnetfelds unter Kompensation von ohmschen Verlusten in der elektrischen Spule aufrechterhalten wird. Das von der elektrischen Spule in der Haltephase erzeugte Magnetfeld speichert eine elektrische Energie. Zusätzlich kann eine in der Haltestellung ausgelenkte Feder eine mechanische Energie speichern.

[0011] Durch ein Öffnen des zumindest einen elektronisch steuerbaren Schaltglieds wird der elektromagnetische Linearantrieb von der Versorgungsspannung getrennt, was die abschließende Abfallphase einleitet. Mittels der Selbstinduktion stellt die elektrische Spule eine Induktionsspannung bereit, die entsprechend der Lenzschen Regel entgegengesetzt zu der Versorgungsspannung polarisiert ist. Infolge der in der Arbeitsstellung erhöhten Selbstinduktivität der elektrischen Spule kann die Induktionsspannung derart hoch sein, dass das zum Trennen des elektromagnetischen Linearantriebs von der Stromquelle verwendete elektronisch steuerbare Schaltglied beschädigt oder zerstört wird, beispielsweise mittels eines elektrischen Durchbruchs oder eines

Schaltfunktens bzw. eines Schaltlichtbogens.

[0012] Um die Höhe der Induktionsspannung zu begrenzen, kann die Schaltungsanordnung ein elektronisches Ventil umfassen, das die Anschlüsse der elektrischen Spule verbindet. Unter einem elektronischen Ventil wird hier und nachfolgend ein elektronisches Bauteil verstanden, das gewöhnlich zumindest einen pn-Übergang umfasst und einen Stromfluss durch das elektronische Bauteil spannungsabhängig verhindern kann. Beispielsweise sind Dioden, Zweirichtungs-Dioden und Varistoren elektronische Ventile im Sinne der Erfindung. Eine Zweirichtungs-Diode wird auch als DIAC bezeichnet (Diode for alternating current).

[0013] Eine Diode umfasst genau zwei entgegengesetzt dotierte Halbleiterbereiche, die als pn-Übergang bezeichnet werden. Der pn-Übergang erlaubt in einer Durchlassrichtung oberhalb einer sogenannten Schleienspannung einen Stromfluss und verhindert den Stromfluss in einer zu der Durchlassrichtung entgegengesetzten Sperrrichtung unterhalb einer sogenannten Durchbruchspannung. Ein Varistor ist ein spannungsabhängiger Widerstand, der einen Stromfluss in jede Richtung unterhalb einer sogenannten Varistorspannung verhindert und oberhalb der Varistorspannung ermöglicht.

[0014] Eine Diode als elektronisches Ventil wird bezogen auf die Versorgungsspannung in der Sperrrichtung angeordnet und stellt ausschließlich für einen entgegen der Versorgungsspannung fließenden elektrischen Strom einen Kurzschluss der elektrischen Spule bereit. Wegen der Selbstinduktion der elektrischen Spule nimmt der durch das elektronische Ventil fließende elektrische Strom nicht sprunghaft ab, sondern stetig exponentiell ab. Die in dem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherte Energie wird auf diese Weise im Wesentlichen mittels der elektrischen Spule in eine ohmsche Verlustwärme transformiert und bleibt ungenutzt.

[0015] Wegen des nach dem Trennen des elektromagnetischen Linearantriebs von der Versorgungsspannung weiterhin fließenden elektrischen Stroms, der nachfolgend als ein induzierter Induktionsstrom bezeichnet wird, nimmt auch das von der elektrischen Spule erzeugte Magnetfeld nicht sprunghaft ab, sondern stetig exponentiell ab. Infolgedessen werden eine Rückkehr des Ankers aus der Arbeitsstellung in die Ruhestellung und damit eine folgende Anzug Schaltungsanordnung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs verzögert. Abgesehen davon kann die bei jedem Zyklus des elektromagnetischen Linearantriebs erzeugte ohmsche Verlustwärme einer schnellen Zyklenfolge entgegenstehen.

[0016] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung für einen elektromagnetischen Linearantrieb bereitzustellen, die ein Nutzen einer in dem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherten elektrischen Energie in einer Abfallphase des elektromagnetischen Linearantriebs und eine schnelle Zyklenfolge des elektromagnetischen Linearantriebs ermöglicht und ein

zum Betreiben des elektromagnetischen Linearantriebs genutztes elektronisch steuerbares Schaltglied vor einer schädlichen Induktionsspannung des elektromagnetischen Linearantriebs schützt. Weitere Aufgaben der Erfindung sind, einen Steckverbinder und einen elektromagnetischen Linearantrieb bereitzustellen.

[0017] Diese Aufgabe wird durch Schaltungsanordnungen mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0018] Eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs umfasst einen Masseeingang zum Anschließen eines Minuspols einer Gleichspannungsquelle, einen Masseausgang zum Anschließen eines ersten Pols des elektromagnetischen Linearantriebs, einen Versorgungseingang zum Anschließen eines Pluspols der Gleichspannungsquelle, einen Lastausgang zum Anschließen eines zweiten Pols des elektromagnetischen Linearantriebs, ein erstes, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied zum wahlweisen Trennen des Lastausgangs von und Verbinden des Lastausgangs mit dem Versorgungseingang, wobei das erste Schaltglied zum Trennen des Lastausgangs von dem Versorgungseingang zu öffnen ist, ein zweites, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied, zum wahlweisen Trennen des Masseausgangs von und Verbinden des Masseausgangs mit dem Masseeingang, wobei das zweite Schaltglied zum Trennen des Masseausgangs von dem Masseeingang zu öffnen ist, und eine mit einem Steuereingang des ersten Schaltglieds und einem Steuereingang des zweiten Schaltglieds verbundene Steuereinheit zum Steuern des ersten Schaltglieds und des zweiten Schaltglieds. Der Versorgungseingang und der Masseeingang bilden insbesondere eine Eingangsseite der Schaltungsanordnung zum Anschließen der Gleichspannungsquelle. Der Lastausgang und der Masseausgang bilden insbesondere eine Ausgangsseite der Schaltungsanordnung zum Anschließen des elektromagnetischen Linearantriebs. Der Versorgungseingang, der Masseeingang, der Lastausgang und der Masseausgang dienen der Definition der Schaltungsanordnung und können physisch als Anschlusskontakte ausgebildet sein. Es ist aber auch denkbar, dass es sich hierbei lediglich um gedachte Stellen in den jeweiligen Leitungen handelt.

[0019] Das erste Schaltglied und das zweite Schaltglied ermöglichen ein Trennen der Ausgänge der Schaltungsanordnung von den Eingängen der Schaltungsanordnung. Mittels der Schaltglieder kann der elektromagnetische Linearantrieb vollständig von der Gleichspannungsquelle getrennt werden. Vorzugsweise ist die Steuereinheit ausgebildet, das erste elektronisch steuerbare Schaltglied und das zweite elektronisch Schaltglied synchron zu betätigen, d.h. gleichzeitig zu öffnen und zu schließen.

[0020] Ferner umfasst die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ein den Lastausgang mit dem Masseeingang verbindendes erstes elektronisches Ventil und

ein den Masseausgang mit einer Eingangsseite des ersten Schaltglieds verbindendes zweites elektronisches Ventil, die jeweils elektrische Verbindungen von dem zweiten Pol des elektromagnetischen Linearantriebs zu dem Masseeingang und von dem ersten Pol des elektromagnetischen Linearantriebs zu der Eingangsseite des ersten Schaltglieds bereitstellen, um nach einem Öffnen der elektronisch steuerbaren Schaltglieder einen in dem elektromagnetischen Linearantrieb induzierten Induktionsstrom zu leiten. Das erste elektronische Ventil und das zweite elektronische Ventil sind beispielsweise als Dioden oder Varistoren ausgebildet und derart ausgelegt und angeordnet, dass sie einen von der Gleichspannungsquelle bereitgestellten Strom, kurz Versorgungsstrom, sperren. Mit anderen Worten erzeugen die elektronischen Ventile keinen Kurzschluss, wenn die elektronisch steuerbaren Schaltglieder geschlossen sind, d.h. während der Anzugphase, der Flugphase und der Haltephase des elektromagnetischen Linearantriebs. Der Versorgungsstrom fließt insbesondere von einem Pol der Gleichspannungsquelle durch die geschlossenen Schaltglieder und den elektromagnetischen Linearantrieb zu dem anderen Pol.

[0021] Die elektronischen Ventile ermöglichen insbesondere in der Abfallphase ein Abfließen des Induktionsstroms aus dem elektromagnetischen Linearantrieb, wodurch eine schädliche Überspannung verhindert und eine in dem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherte Energie, d.h. eine elektrische Energie des Magnetfelds und ggf. eine mechanische Energie der Feder, nutzbar werden.

[0022] Die elektronischen Ventile verbinden den Masseausgang mit dem Versorgungseingang sowie den Lastausgang mit dem Masseeingang. Insbesondere fließt auf diese Weise nach einem Öffnen der elektronisch steuerbaren Schaltglieder der induzierte Induktionsstrom in die Gleichstromquelle. Mit anderen Worten wird die in dem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherte Energie in die Gleichstromquelle gespeist und geht nicht als ohmsche Verlustwärme verloren.

[0023] Die Schaltungsanordnung kann einen mit dem Masseeingang und dem zweiten elektronischen Ventil verbundenen elektrischen Energiespeicher umfassen, den der induzierte Induktionsstrom lädt. Der elektrische Energiespeicher ist zweckmäßig ausgebildet, durch den Induktionsstrom geladen zu werden, d.h. nach der Haltephase die in dem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherte Energie aufzunehmen und für eine spätere Nutzung zu speichern.

[0024] In einer Ausführungsform sind der elektrische Energiespeicher und das zweite elektronische Ventil mit dem Versorgungseingang verbunden. Auf diese Weise kann die Gleichspannungsquelle den elektrischen Energiespeicher zumindest im Wesentlichen auf eine von der Gleichspannungsquelle bereitgestellte Versorgungsspannung vorladen. Die elektrischen Leitungen zwischen dem Versorgungseingang und dem elektrischen Energiespeicher und zwischen dem Masseeingang und

dem elektrischen Energiespeicher sowie mögliche weitere elektronische Bauteile, durch welche ein von der Gleichspannungsquelle bereitgestellter Vorladestrom fließt, können als ein Vorladestromkreis der Spannungsanordnung bezeichnet werden.

[0025] Unter dem Vorladen ist ein Laden des elektrischen Energiespeichers durch einen von der Gleichspannungsquelle bereitgestellten elektrischen Lade-
strom zu verstehen. Der vorgeladene Energiespeicher verkürzt die mit dem Schließen der elektronisch steuerbaren Schaltglieder beginnende Anzugphase und verbessert ein Ansprechverhalten des elektromagnetischen Linearantriebs. Insbesondere wird ein Erwärmen der Schaltungsanordnung verhindert oder zumindest verringert.

[0026] Zu der Schaltungsanordnung gehört vorteilhaft ein den Versorgungseingang mit dem elektrischen Energiespeicher verbindendes drittes elektronisches Ventil. Das dritte elektronische Ventil ermöglicht eine Ladepannung des elektrischen Energiespeichers, die größer ist als die von der Gleichspannungsquelle bereitgestellte Versorgungsspannung.

[0027] Günstigerweise umfasst die Schaltungsanordnung einen DC/DC-Wandler mit einem an den elektrischen Energiespeicher angeschlossenen Eingang und einem Ausgang zum Anschließen eines weiteren elektronischen Schaltkreises. Der DC/DC-Wandler wandelt eine von dem Energiespeicher bereitgestellte elektrische Spannung in eine von dem weiteren elektronischen Schaltkreis benötigte elektrische Betriebsspannung. Auf diese Weise wird ein bestimmungsgemäßer Betrieb des weiteren elektronischen Schaltkreises unabhängig von der elektrischen Spannung ermöglicht, die von dem elektrischen Energiespeicher bereitgestellt wird. Die Kombination aus dem DC/DC-Wandler und dem weiteren elektronischen Schaltkreis kann als ein Entladeschaltkreis der Schaltungsanordnung bezeichnet werden.

[0028] Eine weitere erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs umfasst einen Masseeingang zum Anschließen eines Minuspols einer Gleichspannungsquelle, einen mit dem Masseeingang verbundenen Masseausgang zum Anschließen eines ersten Pols des elektromagnetischen Linearantriebs, einen Versorgungseingang zum Anschließen eines Pluspols der Gleichspannungsquelle, einen Lastausgang zum Anschließen eines zweiten Pols des elektromagnetischen Linearantriebs, ein erstes, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied zum wahlweisen Trennen und Verbinden des Lastausgangs von dem Versorgungseingang, wobei das erste Schaltglied zum Trennen des Lastausgangs von dem Versorgungseingang zu öffnen ist, und eine mit einem Steuereingang des ersten Schaltglieds verbundene Steuereinheit zum Steuern des ersten Schaltglieds.

[0029] Zu der Schaltungsanordnung gehört insbesondere kein zweites elektronisch steuerbares Schaltglied. Infolgedessen sind der Masseausgang und der zweite Pol des elektromagnetischen Linearantriebs dauerhaft

elektrisch leitend verbunden. Der elektromagnetische Linearantrieb ist nicht potentialfrei, was schaltungstechnische und/oder messtechnische Vorteile bietet.

[0030] Bevorzugt umfasst die Schaltungsanordnung einen elektrischen Energiespeicher, ein den elektrischen Energiespeicher mit dem Lastausgang verbindendes erstes elektronisches Ventil, das ein Weiterladen des elektrischen Energiespeichers mit einem in dem elektromagnetischen Linearantrieb induzierten Induktionsstrom zulässt, und einen Vor- und Entladeschaltkreis zum Vorladen und Entladen des elektrischen Energiespeichers auf eine von der Gleichspannungsquelle bereitgestellte Versorgungsspannung, wobei der elektrische Energiespeicher derart mit dem elektromagnetischen Linearantrieb verbindbar ist, dass nach einem Öffnen des ersten Schaltglieds der in dem elektromagnetischen Linearantrieb induzierte Induktionsstrom zu dem elektrischen Energiespeicher geleitet wird und diesen weiter lädt. Der Vor- und Entladeschaltkreis stellt sicher, dass der elektrische Energiespeicher vor dem Schließen des ersten elektronisch steuerbaren Schaltglieds mittels eines von der Gleichspannungsquelle bereitgestellten Ladestroms auf die Versorgungsspannung vorgeladen wird. Das Vorladen des elektrischen Energiespeichers verbessert ein Ansprechverhalten des elektromagnetischen Linearantriebs. Durch das Weiterladen wird der elektrische Energiespeicher nach dem Vorladen noch weiter aufgeladen.

[0031] Der Vor- und Entladeschaltkreis stellt ferner sicher, dass der elektrische Energiespeicher nach dem Öffnen des ersten elektronisch steuerbaren Schaltglieds auf die Versorgungsspannung entladen wird. Ein von dem elektrischen Energiespeicher bereitgestellter Entladestrom kann durch den Vor- und Entladeschaltkreis in die Gleichspannungsquelle fließen. Dadurch wird in der Abfallphase des elektromagnetischen Linearantriebs eine schädliche Überspannung vermieden. Die in dem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherte Energie wird in die Gleichstromquelle gespeist und geht nicht als Wärme aufgrund ohmscher Verluste verloren.

[0032] Bevorzugt umfasst die Schaltungsanordnung eine Mehrzahl von elektronisch steuerbaren ersten Schaltgliedern, Lastausgängen und ersten elektronischen Ventilen. Die Schaltungsanordnung kann eine Mehrzahl von elektromagnetischen Linearantrieben voneinander unabhängig betätigen. Die zweiten Pole der elektromagnetischen Linearantriebe sind mit dem Masseausgang der Schaltungsanordnung verbunden und liegen auf demselben elektrischen Potential. Der erste Pol jedes elektromagnetischen Linearantriebs ist allein mit genau einem Lastausgang verbunden. Der elektrische Energiespeicher des Vor- und Entladeschaltkreises ist ausgebildet, während jeweiliger Abfallphasen die gespeicherten Energien aller elektromagnetischer Linearantriebe aufzunehmen und beim Entladen wieder abzugeben, um sie in die Gleichspannungsquelle zu speisen.

[0033] Die Schaltungsanordnung kann auch zumindest ein zweites elektronisches Ventil umfassen, das

den Masseausgang mit dem Energiespeicher verbindet und ein Weiterladen des elektrischen Energiespeichers mit dem in dem elektromagnetischen Linearantrieb induzierten Induktionsstrom zulässt.

[0034] In einer Ausführungsform umfasst der Vor- und Entladeschaltkreis eine bidirektionale Ladungspumpe, die den elektrischen Energiespeicher bereitstellt, der mit dem Masseingang, dem Masseausgang und dem mit dem Lastausgang verbundenen ersten elektronischen Ventil verbunden ist. Die bidirektionale Ladungspumpe ist vorteilhaft ausgebildet, eine elektrische Energie von der Gleichspannungsquelle in den elektrischen Energiespeicher bzw. von dem elektrischen Energiespeicher in die Gleichspannungsquelle zu transportieren, d.h. zu pumpen. Das Transportieren erfolgt dabei bevorzugt mehrschrittig und periodisch.

[0035] Insbesondere umfasst die bidirektionale Ladungspumpe einen weiteren elektrischen Energiespeicher zum Laden und Entladen des elektrischen Energiespeichers. Der weitere elektrische Energiespeicher fungiert als ein Zwischenspeicher für die zwischen der Gleichspannungsquelle und dem elektrischen Energiespeicher bidirektional transportierte elektrische Energie.

[0036] Der Vor- und Entladeschaltkreis kann zumindest ein drittes elektronisch steuerbares Schaltglied mit einem mit der Steuereinheit verbundenen Steuereingang umfassen, über das der elektrische Energiespeicher vorladbar oder auf die von der Gleichspannungsquelle bereitgestellte Spannung entladbar ist. Jedes dritte elektronisch steuerbare Schaltglied dient dem Starten und Beenden eines Pumpschritts. Insbesondere können mehrere, insbesondere vier, dritte elektronisch steuerbare Schaltglieder paarweise synchron und alternierend geöffnet und geschlossen werden, um einen Pumpschritt zu starten bzw. zu beenden.

[0037] Vorteilhaft umfasst der Vor- und Entladeschaltkreis zumindest eine Spule, ein zweites elektronisches Ventil und/oder einen Vorladewiderstand, über den der elektrische Energiespeicher vorladbar ist. Als Teil der bidirektionalen Ladungspumpe kann die zumindest eine Spule ohmsche Verluste beim Pumpen verringern.

[0038] Das zweite elektronische Ventil und/oder der Vorladewiderstand können zu einem von der bidirektionalen Ladungspumpe verschiedenen Vor- und Entladeschaltkreis gehören. Der Vorladewiderstand kann einen von der Gleichspannungsquelle bereitgestellten Vorladestrom begrenzen. Der Vor- und Entladeschaltkreis kann eine Mehrzahl von Vorladewiderständen umfassen.

[0039] Bevorzugt ist zumindest einer der elektrischen Energiespeicher, insbesondere jeder elektrische Energiespeicher als ein Kondensator ausgebildet. Der Kondensator ist zum Speichern von elektrischer Energie sehr gut geeignet. Kondensatoren mit unterschiedlichen Kapazitäten sind verfügbar, so dass der Kondensator passend zu dem elektromagnetischen Linearantrieb gewählt werden kann. Selbstverständlich kann der elektrische Energiespeicher eine Mehrzahl von Kondensatoren, ins-

besondere in einer Parallelschaltung, umfassen.

[0040] Jedes elektronisch steuerbare Schaltglied kann als ein Bipolartransistor, IGBT, ein Feldeffekttransistor (FET), ein Thyristor, oder ein Relais ausgebildet sein. Der IGBT ist ein Bipolartransistor mit einer isolierten Gate-Elektrode (insulated-gate bipolar transistor). Bipolartransistoren können höhere Stromstärken schalten als gewöhnliche Transistoren. Der Thyristor umfasst vier oder mehr als vier Halbleiterschichten mit alternierender Dotierung. Während bei Bipolartransistoren Elektronen und Defektelektronen, d.h. Löcher, zum Ladungstransport beitragen können, tragen bei Feldeffekttransistoren entweder Elektronen oder Löcher zum Ladungstransport bei. Die jeweiligen Steuereingänge werden als Basis bzw. Gate bezeichnet.

[0041] Auch die an den Versorgungseingang und den Masseingang angeschlossene Gleichspannungsquelle, in die der induzierte Induktionsstrom geleitet wird, kann zu der Schaltungsanordnung gehören. Die Gleichspannungsquelle nimmt während der Abfallphase die in dem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherte Energie auf.

[0042] Ein erfindungsgemäßer Steckverbinder zum Steuern eines Magnetventils umfasst eine Schaltungsanordnung nach einer Ausführungsform der Erfindung und einen ausgangsseitig mit der Schaltungsanordnung verbundenen elektromagnetischen Linearantrieb. Der Steckverbinder umfasst ein Gehäuse, in dem die Schaltungsanordnung und der elektromagnetische Linearantrieb angeordnet sind, und ist ein kompaktes, effizientes und zuverlässiges Bauteil, das einfach zu handhaben ist.

[0043] Ein erfindungsgemäßer Linearantrieb umfasst eine Schaltungsanordnung nach einer Ausführungsform der Erfindung. Der Linearantrieb umfasst ein Gehäuse, in dem die Schaltungsanordnung angeordnet ist, und ist ein kompaktes, effizientes und zuverlässiges Bauteil, das eine universelle Verwendbarkeit aufweist und insbesondere für einen Dauerbetrieb geeignet ist.

[0044] Ein großer Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung besteht darin, dass eine in einem elektromagnetischen Linearantrieb gespeicherte elektrische Energie nutzbar wird. Auf diese Weise wird eine Effizienz des elektromagnetischen Linearantriebs erhöht. Zudem ermöglicht die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eine schnelle Zyklusfolge des elektromagnetischen Linearantriebs. Weiterhin wird durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ein zum Betreiben des elektromagnetischen Linearantriebs genutztes elektronisch steuerbares Schaltglied vor einer schädlichen Induktionsspannung des elektromagnetischen Linearantriebs geschützt. Abgesehen davon ermöglicht die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ein Bereitstellen eines integrierten Steckverbinders für ein Ventil oder eines kompakten elektromagnetischen Linearantriebs.

[0045] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Schaltplans einer Schaltungsanordnung nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Schaltplans einer Schaltungsanordnung nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Schaltplans einer Schaltungsanordnung nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs.

[0046] Fig. 1 zeigt eine Schaltungsanordnung 1 nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs 2. Die Schaltungsanordnung 1 umfasst einen Masseingang 8 zum Anschließen eines Minuspols 6 einer Gleichspannungsquelle 5 und einen Masseausgang 9 zum Anschließen eines ersten Pols 4 des elektromagnetischen Linearantriebs 2. Die Schaltungsanordnung 1 umfasst ferner einen Versorgungseingang 12 zum Anschließen eines Pluspols 7 der Gleichspannungsquelle 5 und einen Lastausgang 13 zum Anschließen eines zweiten Pols 3 des elektromagnetischen Linearantriebs 2.

[0047] Die Schaltungsanordnung 1 umfasst weiterhin ein erstes, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied 10 zum wahlweisen Trennen des Lastausgangs 13 von und Verbinden des Lastausgangs 13 mit dem Versorgungseingang 12. Zum Trennen des Lastausgangs 13 von dem Versorgungseingang 12 ist das erste Schaltglied 10 zu öffnen.

[0048] Zu der Schaltungsanordnung 1 gehört auch ein zweites, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied 14, zum wahlweisen Trennen des Masseausgangs 9 von und Verbinden des Masseausgangs 9 mit dem Masseingang 8. Zum Trennen des Masseausgangs 9 von dem Masseingang 8 ist das zweite Schaltglied 14 zu öffnen. Jedes elektronisch steuerbare Schaltglied 10, 14 ist beispielsweise als ein Bipolartransistor, IGBT, ein Feldeffekttransistor (FET), ein Thyristor oder ein Relais ausgebildet.

[0049] Zu der Schaltungsanordnung 1 gehört eine Steuereinheit 18 zum Steuern des ersten Schaltglieds 10 und des zweiten Schaltglieds 14. Die Steuereinheit 18 ist mit einem Steuereingang 11 des ersten Schaltglieds 10 und einem Steuereingang 15 des zweiten Schaltglieds 14 verbunden. Die Steuereinheit 18 kann ausgebildet sein, das erste Schaltglied 10 und das zweite Schaltglied 14 synchron zu betätigen.

[0050] Die Schaltungsanordnung umfasst ein erstes elektronisches Ventil 16, das den Lastausgang 13 mit dem Masseingang 8 verbindet, und ein zweites elekt-

ronisches Ventil 17, das den Masseausgang 9 mit einer Eingangsseite des ersten Schaltglieds 10 verbindet. Im Ausführungsbeispielen sind die elektronischen Ventile 16 und 17 Dioden. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die elektronischen Ventile Varistoren oder Zweirichtungs-Dioden (DIACs) sind. Die elektronischen Ventile 16, 17 stellen jeweils elektrische Verbindungen von dem zweiten Pol 3 des elektromagnetischen Linearantriebs 2 zu dem Masseeingang 8 und von dem ersten Pol 4 des elektromagnetischen Linearantriebs 2 zu der Eingangsseite des ersten Schaltglieds 10 bereit. Die elektrischen Verbindungen dienen dazu, nach einem Öffnen der elektronisch steuerbaren Schaltglieder 10, 14 einen in dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 induzierten Induktionsstrom zu leiten.

[0051] Die Schaltungsanordnung 1 umfasst vorteilhaft einen mit dem Masseeingang 8 und dem zweiten elektronischen Ventil 17 verbundenen elektrischen Energiespeicher 19, den der induzierte Induktionsstrom lädt. Der elektrische Energiespeicher 19 und das zweite elektronische Ventil 17 sind bevorzugt mit dem Versorgungseingang 12 verbunden.

[0052] Der elektrische Energiespeicher 19 kann als ein Kondensator ausgebildet sein. In diesem Fall umfasst die Schaltungsanordnung 1 vorteilhaft ein drittes elektronisches Ventil 20, das den Versorgungseingang 12 mit dem elektrischen Energiespeicher 19 verbindet. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist das dritte elektronische Ventil 20 eine Diode.

[0053] Zusätzlich zu dem elektrischen Energiespeicher 19 kann die Schaltungsanordnung 1 einen DC/DC-Wandler 21 mit einem an den elektrischen Energiespeicher 19 angeschlossenen Eingang und einem Ausgang zum Anschließen eines weiteren elektronischen Schaltkreises 22. Der weitere elektronische Schaltkreis 22 kann ebenfalls zu der Schaltungsanordnung 1 gehören.

[0054] Fig. 2 zeigt eine Schaltungsanordnung 24 nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs 2. Die Schaltungsanordnung 24 umfasst einen Masseeingang 8 zum Anschließen eines Minuspols 6 einer Gleichspannungsquelle 5 und einen mit dem Masseeingang 8 verbundenen Masseausgang 9 zum Anschließen eines ersten Pols 4 des elektromagnetischen Linearantriebs 2.

[0055] Ferner umfasst die Schaltungsanordnung 24 einen Versorgungseingang 12 zum Anschließen eines Pluspols 7 der Gleichspannungsquelle 5 und einen Lastausgang 13 zum Anschließen eines zweiten Pols 3 des elektromagnetischen Linearantriebs 2.

[0056] Zu der Schaltungsanordnung 24 gehört auch ein erstes, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied 10 zum wahlweisen Trennen und Verbinden des Lastausgangs 13 von dem Versorgungseingang 12. Zum Trennen des Lastausgangs 13 von dem Versorgungseingang 12 ist das erste elektronisch steuerbare Schaltglied 10 zu öffnen. Das erste elektronisch steuerbare Schaltglied 10 kann als ein Bipolartransistor, IGBT,

ein Feldeffekttransistor (FET), ein Thyristor, oder ein Relais ausgebildet sein. Die Schaltungsanordnung 24 umfasst im Unterschied zu der in Fig. 1 gezeigten Schaltungsanordnung 1 kein zweites elektronisch steuerbares Schaltglied, d.h. der Masseausgang 9 ist elektrisch untrennbar mit dem Masseeingang 8 verbunden.

[0057] Die Schaltungsanordnung 24 umfasst weiterhin eine Steuereinheit 18 zum Steuern des ersten Schaltglieds 10, die mit einem (nicht dargestellten) Steuereingang des ersten Schaltglieds 10 verbunden ist.

[0058] Die Schaltungsanordnung 24 umfasst einen elektrischen Energiespeicher 19, ein den elektrischen Energiespeicher 19 mit dem Lastausgang 13 verbindendes erstes elektronisches Ventil 16, das ein Weiterladen des elektrischen Energiespeichers 19 mit einem in dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 induzierten Induktionsstrom zulässt, und einen Vor- und Entladeschaltkreis 25 zum Vorladen und Entladen des elektrischen Energiespeichers 19 auf eine von der Gleichspannungsquelle 5 bereitgestellte Versorgungsspannung. Der elektrische Energiespeicher 19 kann als ein Kondensator ausgebildet sein.

[0059] Der elektrische Energiespeicher 19 ist derart mit dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 verbunden, dass nach einem Öffnen des ersten Schaltglieds der in dem elektromagnetischen Linearantrieb induzierter Induktionsstrom zu dem elektrischen Energiespeicher 19 geleitet wird und diesen weiter, insbesondere über das Niveau der Versorgungsspannung hinaus, lädt.

[0060] Der Vor- und Entladeschaltkreis 25 umfasst idealerweise zumindest ein zweites elektronisches Ventil 17. Das zweite elektronische Ventil 17 verbindet den Masseausgang 9 mit dem elektrischen Energiespeicher 19 und lässt ein Weiterladen des elektrischen Energiespeichers 19 mit dem in dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 induzierten Induktionsstrom zu.

[0061] Der Vor- und Entladeschaltkreis 25 kann ferner Vorladewiderstände 33, über welche der elektrische Energiespeicher 19 vorladbar ist, und ein drittes elektronisch steuerbares Schaltglied 34, über welche der elektrische Energiespeicher 19 auf die von der Gleichspannungsquelle 5 bereitgestellte Spannung entladbar ist, umfassen. Das dritte elektronisch steuerbare Schaltglied 34 umfasst einen Thyristor. Eine Kathode des Thyristors ist einerseits über das erste elektronische Ventil 16 mit dem Lastausgang 13 und andererseits über einen Vorladewiderstand 33 mit dem Masseeingang 8 und dem Masseausgang 9 verbunden. Eine Anode des Thyristors ist mit dem Masseeingang 8 und dem Masseausgang 9 verbunden. Ein Steuereingang (Gate) des Thyristors ist über einen Vorwiderstand, der eine Zündspannung des Thyristors einstellt, einerseits über das zweite elektronische Ventil 17 mit dem Masseeingang 8 und dem Masseausgang 9 und andererseits über einen Vorladewiderstand 33 mit dem Versorgungseingang 7 verbunden.

[0062] Fig. 3 zeigt eine Schaltungsanordnung 32 nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung zum Betä-

tigen eines elektromagnetischen Linearantriebs 2. Die Schaltungsanordnung 32 umfasst einen Masseeingang 8 zum Anschließen eines Minuspol 6 einer Gleichspannungsquelle 5 und einen mit dem Masseeingang 8 verbundenen Masseausgang 9 zum Anschließen eines ersten Pols 4 des elektromagnetischen Linearantriebs 2.

[0063] Ferner umfasst die Schaltungsanordnung 32 einen Versorgungseingang 12 zum Anschließen eines Pluspol 7 der Gleichspannungsquelle 5 und einen Lastausgang 13 zum Anschließen eines zweiten Pols 3 des elektromagnetischen Linearantriebs 2.

[0064] Zu der Schaltungsanordnung 32 gehört auch ein erstes, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied 10 zum wahlweisen Trennen und Verbinden des Lastausgangs 13 von dem Versorgungseingang 12. Zum Trennen des Lastausgangs 13 von dem Versorgungseingang 12 ist das erste Schaltglied 10 zu öffnen. Zum Anschließen einer Mehrzahl von elektromagnetischen Linearantrieben 2 kann die Schaltungsanordnung eine entsprechende Mehrzahl von Lastausgängen 13, elektronisch steuerbaren ersten Schaltgliedern 10 und ersten elektronischen Ventilen 16 umfassen.

[0065] Die Schaltungsanordnung 32 umfasst weiterhin eine Steuereinheit 18 zum Steuern des ersten Schaltglieds 10, die mit einem (nicht dargestellten) Steuereingang des ersten Schaltglieds 10 verbunden ist.

[0066] Die Schaltungsanordnung 24 umfasst einen elektrischen Energiespeicher 19, ein den elektrischen Energiespeicher 19 mit dem Lastausgang 13 verbindendes erstes elektronisches Ventil 16, das ein Weiterladen des elektrischen Energiespeichers 19 mit einem in dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 induzierten Induktionsstrom zulässt, und einen Vor- und Entladeschaltkreis 25 zum Vorladen und Entladen des elektrischen Energiespeichers 19 auf eine von der Gleichspannungsquelle 5 bereitgestellte Versorgungsspannung. Der elektrische Energiespeicher 19 kann als ein Kondensator ausgebildet sein.

[0067] Der Vor- und Entladeschaltkreis 25 kann eine bidirektionale Ladungspumpe umfassen, die den elektrischen Energiespeicher 19 bereitstellt. Der elektrische Energiespeicher 19 ist mit dem Masseeingang 8, dem Masseausgang 9 und dem mit dem Lastausgang 13 verbundenen ersten elektronischen Ventil 16 verbunden.

[0068] Der elektrische Energiespeicher 19 ist derart mit dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 verbunden, dass nach einem Öffnen des ersten Schaltglieds 10 der in dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 induzierte Induktionsstrom zu dem elektrischen Energiespeicher 19 geleitet wird und diesen weiter lädt. Dabei kann die bidirektionale Ladungspumpe einen weiteren elektrischen Energiespeicher 26 zum Laden und Entladen des elektrischen Energiespeichers 19 umfassen. Der weitere elektrische Energiespeicher 26 kann als ein Kondensator ausgebildet sein.

[0069] Die bidirektionale Ladungspumpe umfasst vorteilhaft zumindest ein drittes elektronisch steuerbares Schaltglied, hier vier elektronisch steuerbare Schaltglie-

der 27, 28, 29, 30 jeweils mit einem mit der Steuereinheit 18 verbundenen Steuereingang (nicht dargestellt), über das der elektrische Energiespeicher 19 insbesondere auf die von der Gleichspannungsquelle 5 bereitgestellte Versorgungsspannung vorladbar, oder auf die von der Gleichspannungsquelle 5 bereitgestellte Spannung entladbar ist. Jedes elektronisch steuerbare Schaltglied 10, 14, 27, 28, 29, 30 ist beispielsweise als ein Bipolartransistor, IGBT, ein Feldeffekttransistor (FET), ein Thyristor oder ein Relais ausgebildet.

[0070] Der Vor- und Entladeschaltkreis 25 kann zumindest eine Spule 31 umfassen. Die Spule 31 dient zur Minimierung von Energieverlusten. Durch die Spule 31 kann Energie im Magnetfeld der Spule 31 zwischengespeichert werden und dann an den Energiespeicher 19 und/oder an den weiteren Energiespeicher 26 weitergegeben werden. Dadurch kann vermieden werden, dass Energie in Form von Wärme verloren geht. Im Ausführungsbeispiel ist die Spule 31 elektrisch zwischen der Gleichspannungsquelle 5 und dem Energiespeicher 19 angeordnet. Vorteilhaft ist die Spule 31 elektrisch zwischen dem Energiespeicher 19 und dem weiteren Energiespeicher 26 angeordnet.

[0071] Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist der weitere elektrische Energiespeicher 26 über das erste weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 27 elektrisch mit dem Pluspol 7, insbesondere mit dem Versorgungseingang 12 verbunden. Der Minuspol 6, insbesondere der Masseeingang 8, ist elektrisch über das zweite weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 28 mit dem weiteren Energiespeicher 26 verbunden. Das dritte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 29 ist elektrisch zwischen dem elektrischen Energiespeicher 19 und dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26, insbesondere der Spule 31, angeordnet. Das vierte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 30 verbindet die elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Energiespeicher 19 und dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26, insbesondere zwischen dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26 und der Spule 31, elektrisch mit dem Minuspol 6, insbesondere mit dem Masseausgang 8. Der weitere elektrische Energiespeicher 26 ist elektrisch zwischen dem elektrischen Energiespeicher 19 und dem Minuspol 6, insbesondere dem Masseeingang 8 angeordnet. Der elektrische Energiespeicher 19 und der weitere elektrische Energiespeicher 26 sind elektrisch über das zweite weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 28 verbindbar.

[0072] Das erste weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 27 ist durch ein elektronisches Ventil überbrückt, das in konventioneller Stromrichtung Stromfluss von dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26 zu dem Pluspol 7, insbesondere zu dem Versorgungseingang 12 zulässt und in die Gegenrichtung sperrt. Das zweite weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 28 ist durch ein elektronisches Ventil überbrückt, das in konventioneller Stromrichtung Stromfluss von dem elektrischen Energiespeicher 19 zu dem weiteren elektrischen

Energiespeicher 26 zulässt und in die Gegenrichtung sperrt. Das dritte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 29 ist durch ein elektronisches Ventil überbrückt, das in konventioneller Stromrichtung Stromfluss von dem elektrischen Energiespeicher 19 zu dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26 zulässt und in die Gegenrichtung sperrt. Das vierte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 30 ist durch ein elektronisches Ventil überbrückt, das in konventioneller Stromrichtung Stromfluss von dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26 zu dem Minuspol 6, insbesondere zu dem Masseeingang 8 zulässt und in die Gegenrichtung sperrt.

[0073] Zum Vorladen des elektrischen Energiespeichers 19 wird zunächst der weitere elektrische Energiespeicher 26 geladen. Hierbei sind das erste weitere elektronisch steuerbare Schaltglied geschlossen, so dass Ladung hindurch fließen und der weitere elektrische Energiespeicher 26 geladen werden kann. Das vierte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 30 ist offen und über eine das zugeordnete elektronische Ventil überbrückt wird. Die eine Seite des im Ausführungsbeispiel als Kondensator ausgebildeten weiteren elektrischen Energiespeichers 26 ist dann über das erste weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 27 elektrisch mit dem Pluspol 7, insbesondere mit dem Versorgungseingang 12 verbunden. Die andere Seite des im Ausführungsbeispiel als Kondensator ausgebildeten weiteren elektrischen Energiespeichers 26 ist dann über das dem vierte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 30 zugeordnete elektronische Ventil elektrisch mit dem Minuspol 6, insbesondere mit dem Masseeingang 8 verbunden. Das zweite weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 28 und das dritte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 29 sind in diesem ersten Ladeschritt des Vor- und Entladeschaltkreises 25 offen.

[0074] In einem zweiten Ladeschritt des Vor- und Entladeschaltkreises 25 wird das erste weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 27 geöffnet. Über das zweite weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 28 wird der insbesondere auf die Versorgungsspannung geladene weitere Energiespeicher 26 elektrisch mit dem Minuspol 6, insbesondere mit dem Masseeingang 8 verbunden, in dem das Schaltglied geschlossen wird. Hierbei wird der elektrische Energiespeicher 19 geladen. Der elektrische Energiespeicher 19 ist über das dem dritten weiteren elektronisch steuerbare Schaltglied 29 zugeordnete elektronische Ventil mit dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26 verbunden. Das dritte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 29 ist offen. Der elektrische Energiespeicher 19 wird auf ein negatives Potential geladen. Die beiden Ladeschritte können mehrfach wiederholt werden, so dass das negative Potential des elektrischen Energiespeichers 19 betragsmäßig größer als der Betrag der Versorgungsspannung sein kann. Diesen Prozess des Aufladens des elektrischen Energiespeichers 19 bezeichnet man auch als Ladungspumpen.

[0075] In einem ersten Entladeschritt des Vor- und Entladeschaltkreises 25 sind das erste weitere elektro-

nisch steuerbare Schaltglied 27, das zweite weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 28 und das vierte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 30 geöffnet. Das dritte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 29 ist geschlossen. Das zweite weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 28 ist durch das zugeordnete elektronische Ventil überbrückt, so dass im ersten Entladeschritt unabhängig von der Stellung des zweiten weiteren elektronisch steuerbaren Schaltglieds 28 Strom in konventioneller Stromrichtung von dem weiteren elektrischen Energiespeicher 26 zu dem elektrischen Energiespeicher 19 fließen kann. In diesem Schritt wird der weitere elektrische Energiespeicher 26 aufgeladen. Wenn die Spannung des ersten elektrischen Energiespeichers 19 größer ist oder vor dem ersten Entladeschritt war, wird der weitere Energiespeicher 26 dadurch auf eine Spannung aufgeladen, die größer als die Versorgungsspannung ist.

[0076] In einem zweiten Entladeschritt kann der weitere elektrische Energiespeicher 26 in Richtung der Versorgungsspannung entladen werden. Hierbei ist das vierte weitere elektronisch steuerbare Schaltglied 30 geschlossen. Alle anderen weiteren Schaltglieder 27, 28 und 29 sind offen. Der Strom fließt in konventioneller Stromrichtung durch das dem ersten weiteren elektronisch steuerbaren Schaltglied 27 zugeordnete elektronische Ventil.

[0077] Auf diese Weise kann der elektrische Energiespeicher 19 durch den Vor- und Entladeschaltkreis 25 be- und entladen werden. Der durch den Vor- und Entladeschaltkreis 25 vorgeladene elektrische Energiespeicher 19 kann mit einem in dem elektromagnetischen Linearantrieb 2 induzierten Induktionsstrom weitergeladen werden.

[0078] Jede erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, insbesondere jede vorstehend beschriebenen Schaltungsanordnung 1, 14, 32, kann die an den Versorgungseingang 12 und den Masseeingang 8 angeschlossene Gleichspannungsquelle 5 umfassen, in die der induzierte Induktionsstrom geleitet wird. Ferner kann eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung 1, 14, 32 zu einem elektromagnetischen Linearantrieb 2 oder zu einem Steckverbinder zum Steuern eines Magnetventils gehören, wobei der Steckverbinder neben der Schaltungsanordnung 1, 14, 32 einen ausgangsseitig mit der Schaltungsanordnung verbundenen elektromagnetischen Linearantrieb 2 umfasst. Die Schaltungsanordnung 1, 14, 32 kann in einem Gehäuse des Steckverbinders bzw. des Magnetventils angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (1) zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs (2), umfassend:

- einen Masseeingang (8) zum Anschließen ei-

nes Minuspols (6) einer Gleichspannungsquelle (5),

- einen Masseausgang (9) zum Anschließen eines ersten Pols (4) des elektromagnetischen Linearantriebs (2),

- einen Versorgungseingang (12) zum Anschließen eines Pluspols (7) der Gleichspannungsquelle (5),

- einen Lastausgang (13) zum Anschließen eines zweiten Pols (3) des elektromagnetischen Linearantriebs (2),

- ein erstes, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied (10) zum wahlweisen Trennen des Lastausgangs (13) von und Verbinden des Lastausgangs (13) mit dem Versorgungseingang (12), wobei das erste Schaltglied (10) zum Trennen des Lastausgangs (13) von dem Versorgungseingang (12) zu öffnen ist,

- ein zweites, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied (14) zum wahlweisen Trennen des Masseausgangs (9) von und Verbinden des Masseausgangs (9) mit dem Masseeingang (8), wobei das zweite Schaltglied (14) zum Trennen des Masseausgangs (9) von dem Masseeingang (8) zu öffnen ist, und

- eine mit einem Steuereingang (11) des ersten Schaltglieds (10) und einem Steuereingang (15) des zweiten Schaltglieds (14) verbundene Steuereinheit (18) zum Steuern des ersten Schaltglieds (10) und des zweiten Schaltglieds (14),

gekennzeichnet durch ein den Lastausgang (13) mit dem Masseeingang (8) verbindendes erstes elektronisches Ventil (16) und ein den Masseausgang (9) mit einer Eingangsseite des ersten Schaltglieds (10) verbindendes zweites elektronisches Ventil (17), die jeweils elektrische Verbindungen von dem zweiten Pol (3) des elektromagnetischen Linearantriebs (2) zu dem Masseeingang (8) und von dem ersten Pol (4) des elektromagnetischen Linearantriebs (2) zu der Eingangsseite des ersten Schaltglieds (10) bereitstellen, um nach einem Öffnen der elektronisch steuerbaren Schaltglieder (10, 14) einen in dem elektromagnetischen Linearantrieb (2) induzierten Induktionsstrom zu leiten.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen mit dem Masseeingang (8) und dem zweiten elektronischen Ventil (17) verbundenen elektrischen Energiespeicher (19), den der induzierte Induktionsstrom lädt.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Energiespeicher (19) und das zweite elektronische Ventil (17) mit dem Versorgungseingang (12) verbunden sind.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, **gekennzeichnet durch** ein den Versorgungseingang (12) mit dem elektrischen Energiespeicher (19) verbindendes drittes elektronisches Ventil (20).

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **gekennzeichnet durch** einen DC/DC-Wandler (21) mit einem an den elektrischen Energiespeicher (19) angeschlossenen Eingang und einem Ausgang zum Anschließen eines weiteren elektronischen Schaltkreises (22).

6. Schaltungsanordnung (24, 32) zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs (2), umfassend:

- einen Masseeingang (8) zum Anschließen eines Minuspols (6) einer Gleichspannungsquelle (5),

- einen mit dem Masseeingang (8) verbundenen Masseausgang (9) zum Anschließen eines ersten Pols (4) des elektromagnetischen Linearantriebs (2),

- einen Versorgungseingang (12) zum Anschließen eines Pluspols (7) der Gleichspannungsquelle (5),

- einen Lastausgang (13) zum Anschließen eines zweiten Pols (3) des elektromagnetischen Linearantriebs (2),

- ein erstes, insbesondere elektronisch steuerbares, Schaltglied (10) zum wahlweisen Trennen und Verbinden des Lastausgangs (13) von dem Versorgungseingang (12), wobei das erste Schaltglied (10) zum Trennen des Lastausgangs (13) von dem Versorgungseingang (12) zu öffnen ist,

- eine mit einem Steuereingang des ersten Schaltglieds (10) verbundene Steuereinheit (18) zum Steuern des ersten Schaltglieds (10),

dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (24) einen elektrischen Energiespeicher (19), ein den elektrischen Energiespeicher (19) mit dem Lastausgang (13) verbindendes erstes elektronisches Ventil (16), das ein Weiterladen des elektrischen Energiespeichers (19) mit einem in dem elektromagnetischen Linearantrieb (2) induzierten Induktionsstrom zulässt, und einen Vor- und Entladeschaltkreis (25) zum Vorladen und Entladen des elektrischen Energiespeichers (19) auf eine von der Gleichspannungsquelle (5) bereitgestellte Versorgungsspannung umfasst, und dass der elektrische Energiespeicher (19) derart mit dem elektromagnetischen Linearantrieb (2) verbindbar ist, dass nach einem Öffnen des ersten Schaltglieds (10) der in dem elektromagnetischen Linearantrieb (2) induzierte Induktionsstrom zu dem elektrischen Energiespeicher (19) geleitet wird und diesen weiter lädt.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (24, 32) zumindest ein zweites elektronisches Ventil (17) umfasst, das den Masseausgang (9) mit dem Energiespeicher (19) verbindet und ein Weiterladen des Energiespeichers (19) mit dem vom elektromagnetischen Linearantrieb (2) induzierten Induktionsstrom zulässt, und/oder dass die Schaltungsanordnung (24, 32) eine Mehrzahl von elektronisch steuerbaren ersten Schaltgliedern (10) und ersten elektronischen Ventilen (16) aufweist.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Vorladeschaltkreis (25) eine bidirektionale Ladungspumpe umfasst, die den elektrischen Energiespeicher (19) bereitstellt, der mit dem Masseeingang (8), dem Masseausgang (9) und dem mit dem Lastausgang (13) verbundenen ersten elektronischen Ventil (16) verbunden ist, und/oder einen weiteren elektrischen Energiespeicher (26) zum Laden oder Entladen des elektrischen Energiespeichers (19) umfasst.
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Vor- und Entladeschaltkreis (25) zumindest ein drittes elektronisch steuerbares Schaltglied (27, 28, 29, 30, 34) mit einem mit der Steuereinheit (18) verbundenen Steuereingang umfasst, über das der elektrische Energiespeicher (19) vorladbar oder auf die von der Gleichspannungsquelle (5) bereitgestellte Versorgungsspannung entladbar ist.
10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der Vor- und Entladeschaltkreis (25) zumindest eine Spule (31) und/oder einen Vorladewiderstand (33), über den der Energiespeicher (19) vorladbar ist, umfasst.
11. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der elektrischen Energiespeicher (19, 26), insbesondere jeder elektrische Energiespeicher (19, 26) als ein Kondensator ausgebildet ist.
12. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass jedes elektronisch steuerbare Schaltglied (10, 14, 27, 28, 29, 30) als ein Bipolartransistor, IGBT, ein Feldeffekttransistor, ein Thyristor, oder ein Relais ausgebildet ist.
13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
gekennzeichnet durch die an den Versorgungsein-
- gang (12) und den Masseingang (8) angeschlossene Gleichspannungsquelle (5), in die der induzierte Induktionsstrom geleitet wird.
14. Steckverbinder zum Steuern eines Magnetventils, umfassend eine Schaltungsanordnung (1, 24, 32) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und einen ausgangsseitig mit der Schaltungsanordnung (1, 24, 32) verbundenen elektromagnetischen Linearantrieb (2).
15. Elektromagnetischer Linearantrieb (2), umfassend eine Schaltungsanordnung (1, 24, 32) nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

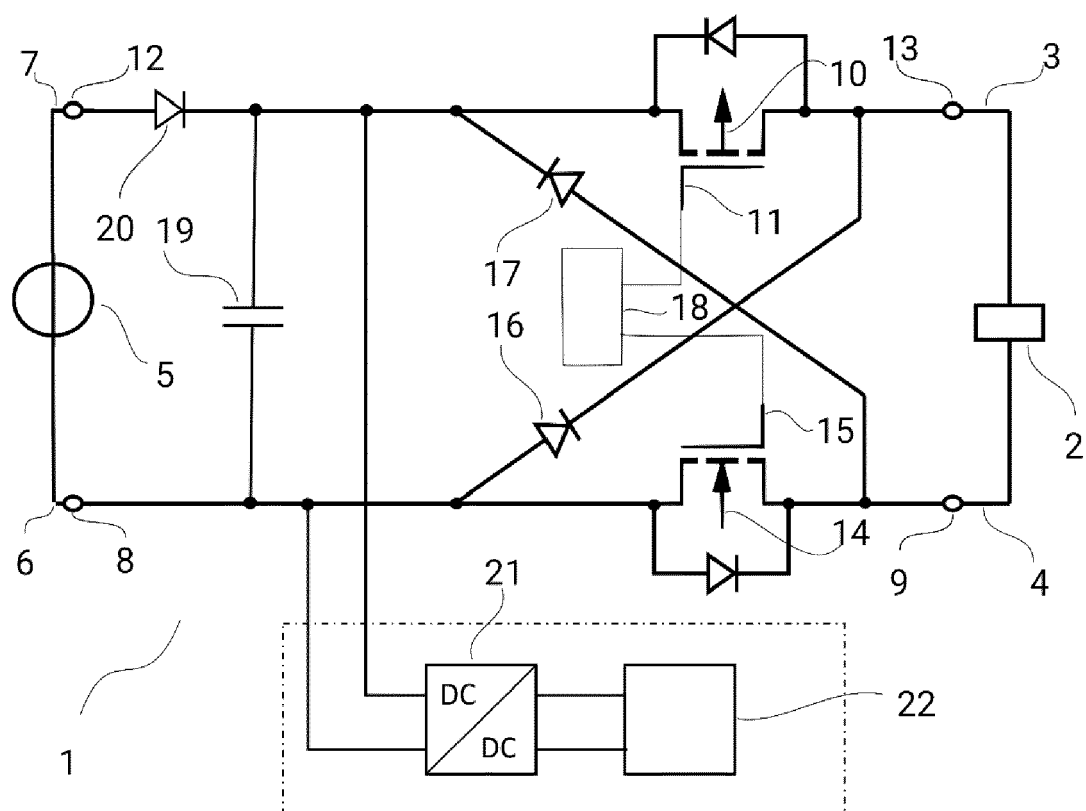


Fig. 1

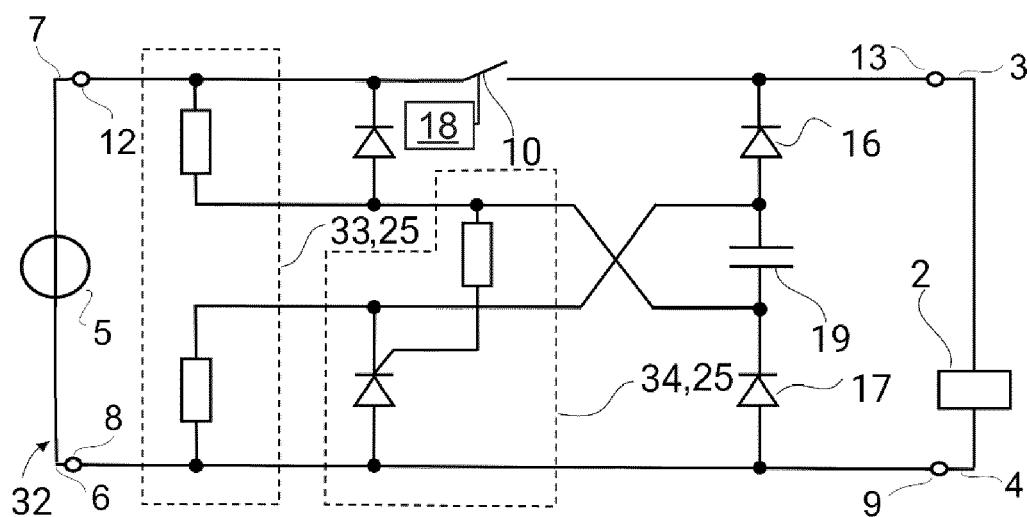


Fig. 2

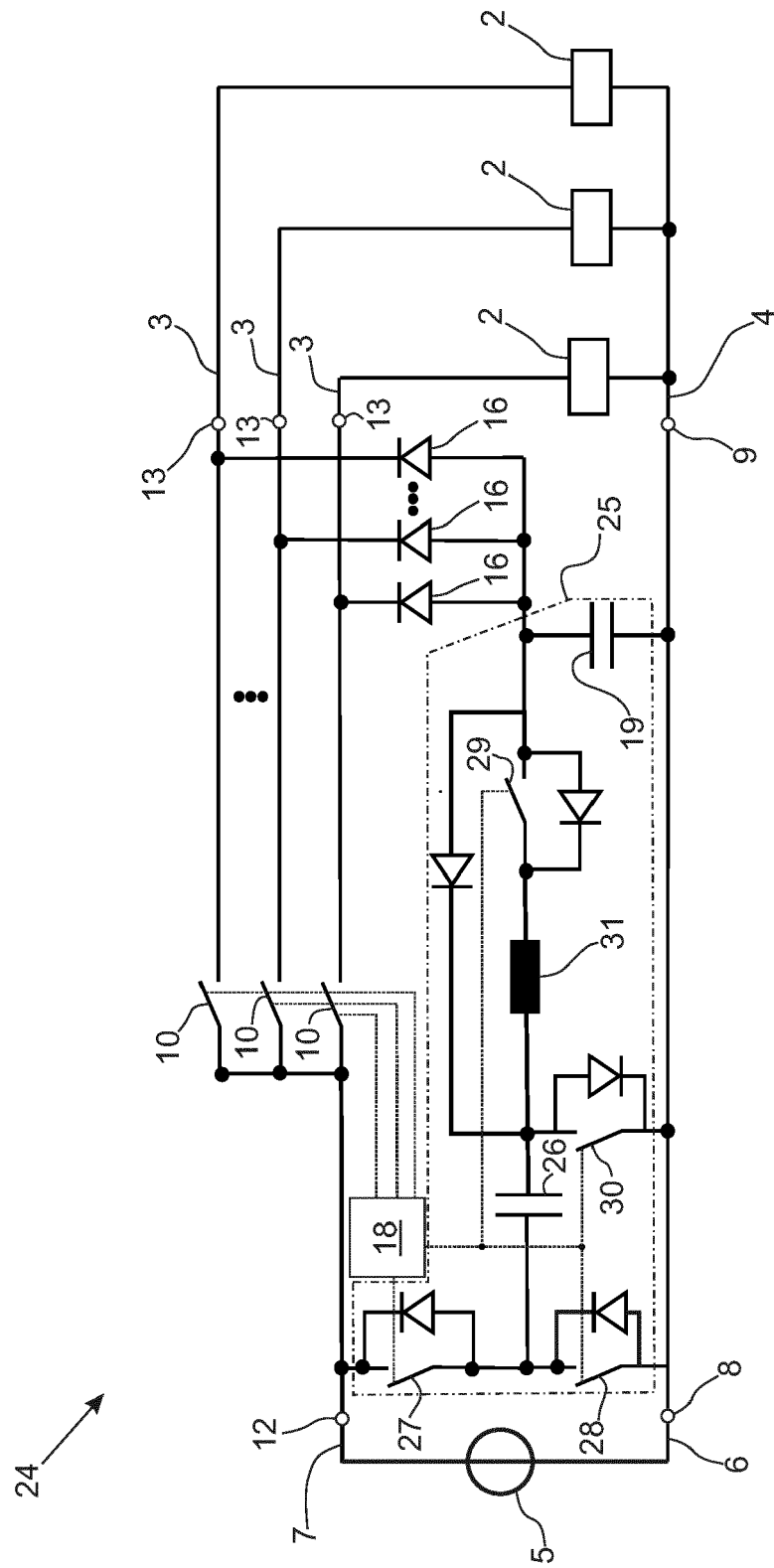


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 4312

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2007/188967 A1 (SMITH STEPHEN W [US] ET AL) 16. August 2007 (2007-08-16)	1-4, 11-13,15	INV. H01F7/18 F02D41/20
Y	* Zusammenfassung *	14	
A	* Seite 1, Absatz 2-4 *	5	
	* Seite 3, Absatz 30 - Seite 4, Absatz 39; Abbildung 4 *		
	* Ansprüche 10,11,12,13 *		

X	EP 1 067 668 A2 (WABCO GMBH & CO OHG [DE]) 10. Januar 2001 (2001-01-10)	1-4, 11-13,15	
Y	* Zusammenfassung *	14	
A	* Spalte 4, Absatz 21 - Spalte 6, Absatz 29; Abbildung 1 *	5	

A	EP 3 822 993 A1 (MINIMAX VIKING RES & DEV GMBH [DE]) 19. Mai 2021 (2021-05-19)	5	
	* Zusammenfassung *		
	* Spalte 3, Absatz 25 - Spalte 6, Absatz 44; Abbildung 1 *		

X	EP 1 065 677 B1 (DENSO CORP [JP]) 20. Oktober 2004 (2004-10-20)	6-13,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	* Ansprüche 1-11,14 *	14	H01F F02D
	* Seite 1, Absatz 1 - Seite 4, Absatz 29 *		
	* Seite 5, Absatz 36 - Seite 6, Absatz 42 *		
	* Abbildungen 1,2 *		
	* Absatz [0114] - Absatz [0117]; Abbildung 20 *		

X	DE 10 2012 207947 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 29. November 2012 (2012-11-29)	6-13,15	
Y	* Zusammenfassung *	14	
	* Seite 2, Absatz 2 - Seite 7, Absatz 57; Abbildungen 1,2,3A,3B *		
	* Abbildungen 4-13 *		

	- / - -		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		25. Juli 2024	
		Prüfer	
		Kardinal, Ingrid	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet			
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie			
A : technologischer Hintergrund			
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist			
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument			
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument			
& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 21 4312

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2017 008944 A1 (HYDAC ACCESS GMBH [DE]) 28. März 2019 (2019-03-28) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0001] - Absatz [0013] * -----	14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Juli 2024	Prüfer Kardinal, Ingrid
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Nummer der Anmeldung

EP 23 21 4312

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPU).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 4312

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-5

Schaltungsanordnung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs aufweisend erste und zweite elektronische Ventile die jeweils elektrische Verbindungen von einem zweiten Pol eines elektromagnetischen Linearantriebs zu einem Masseeingang und von einem ersten Pol des elektromagnetischen Linearantriebs zu einer Eingangsseite eines ersten Schaltglieds bereitstellen, um nach einem Öffnen von dem ersten und einem zweiten elektronisch steuerbaren Schaltglied einen in dem elektromagnetischen Linearantrieb induzierten Induktionsstrom zu leiten.

- - -

2. Ansprüche: 6-15

Schaltungsanordnung zum Betätigen eines elektromagnetischen Linearantriebs aufweisend einen elektrischen Energiespeicher, ein den elektrischen Energiespeicher mit dem Lastausgang verbindendes erstes elektronisches Ventil, das ein Weiterladen des elektrischen Energiespeichers mit einem in dem elektromagnetischen Linearantrieb induzierten Induktionsstrom zulässt, und einen Vor- und Entladeschaltkreis zum Vorladen und Entladen des elektrischen Energiespeichers auf eine von der Gleichspannungsquelle bereitgestellte Versorgungsspannung.

- - -

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 23 21 4312

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-07-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2007188967	A1	16-08-2007	CN	101379573 A		04-03-2009
			EP	1982338 A1		22-10-2008
			JP	2009526392 A		16-07-2009
			KR	20080110579 A		18-12-2008
			US	2007188967 A1		16-08-2007
			WO	2007091170 A1		16-08-2007

EP 1067668	A2	10-01-2001	DE	19931972 A1		11-01-2001
			EP	1067668 A2		10-01-2001
			JP	2001086792 A		30-03-2001
			US	6646851 B1		11-11-2003

EP 3822993	A1	19-05-2021	DE	102019130601 A1		20-05-2021
			EP	3822993 A1		19-05-2021

EP 1065677	B1	20-10-2004	DE	60015019 T2		09-02-2006
			DE	60020889 T2		11-05-2006
			DE	60034709 T2		17-01-2008
			EP	1065677 A2		03-01-2001
			EP	1288973 A2		05-03-2003
			EP	1288974 A2		05-03-2003
			US	6407593 B1		18-06-2002

DE 102012207947	A1	29-11-2012	DE	102012207947 A1		29-11-2012
			JP	5541225 B2		09-07-2014
			JP	2012241668 A		10-12-2012

DE 102017008944	A1	28-03-2019	BR	112020003900 A2		01-09-2020
			CN	111094819 A		01-05-2020
			DE	102017008944 A1		28-03-2019
			EP	3685078 A1		29-07-2020
			JP	2020534487 A		26-11-2020
			TW	201921211 A		01-06-2019
			US	2020217428 A1		09-07-2020
			WO	2019057673 A1		28-03-2019

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82